Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der
Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim
Direktor: Professor Dr. med. Günter Friedebold

Die Entwicklung der behandelten Achsenabweichungen an rachitischen unteren Extremitäten

Inaugural -Dissertation

zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Kathrin Consentius geb. Scharfenberger

Dresden

1973

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der
Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim
Direktor: Professor Dr. med. Günter Friedebold

Die Entwicklung der behandelten Achsenabweichungen an rachitischen unteren Extremitäten

Inaugural -Dissertation

zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Kathrin Consentius geb. Scharfenberger

Dresden

Referent: Professor Dr. med. Günter Friedebold

Korreferent: Professor Dr. med. Wolfgang Haße

UNIV. LEIDEN BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 3.10.1973

Druck: Der Präsident der Freien Universität Berlin – Zentrale Universitätsdruckerei V aA 7, 1 Berlin 41

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	Seite 5
Methodik	Seite 14
Ergebnisse	Seite 20
Diskussion	Seite 38
Literaturverzeichnis	Seite 59

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552710_0046

EINLEITUNG

Die Entwicklung der behandelten Achsenabweichungen an rachitischen unteren Extremitäten zu untersuchen heißt, sich mit einem Symptom der Vitamin-D-Mangelrachitis zu beschäftigen, das heute, im Gegensatz zu der Zeit, in der die Vitamin-D -Prophylaxe noch nicht eingeführt war, vergleichsweise selten auftritt.

Die Rachitis ist eine Krankheit des wachsenden Skeletts und kommt selten vor dem dritten Lebensmonat zum Ausbruch (SWOBODA, FANCONI). Die Häufigkeit des Auftretens ausgeprägter Fälle wird von HÖVELS mit "sehr selten bis 20 %", der Schwachformen mit 2 - 50 % angegeben. Die Krankheit manifestiert sich jeweils an den Knochen am stärksten, die besonders rasch wachsen. Deshalb steht in den ersten Lebensmonaten die Craniotabes im Vordergrund (HÖVELS, FANCONI und Mitarbeiter, MÜLLER). Nach HÖVELS ist sie manchmal nur geringfügig und wird auch unter Rachitisprophylaxe angetroffen. In 90 % der Fälle ist sie jedoch mit anderen klinischen und röntgenologischen Rachitiszeichen gekoppelt. Am Thorax kommt es zur Ausbildung des rachitischen Rosenkranzes, während mit Beginn des zweiten Lebenshalbjahres die Auftreibung der Metaphysenregionen der langen Röhrenknochen und die Doppelhöcker der Malleoli hinzutreten. Diese sogenannte Skelettrachitis überdauert heute selten das erste Lebensjahr. Nur wenn sie länger besteht, entwickeln sich Deformitäten wie das Caput quadratum, die Harrisonsche Furche, die Lendenkyphose und Verkrümmungen der unteren Extremitäten, vorwiegend im Varussinne (SWOBODA, FANCONI). Hierbei ist zu beachten, daß im Unterschied zum crus varum congenitum stets nicht nur ein, sondern beide Beine diese Fehlform aufweisen (EXNER). Dies gilt auch für die Abgrenzung gegenüber dem infantilen Typ der Tibia vara (BLOUNT, BRAILSFORD, JENTSCHURA). Es handelt sich dabei um eine isolierte Störung des Epiphysenwachstums im Bereich der medialen proximalen Tibiaepiphyse mit winkliger Abknickung im Varussinn (ABERLE-HORSTENEGG). Eine O-Verbie-

gung beider Unterschenkel ist weiterhin von IMHÄUSER im Zusammenhang mit dem kontrakten Fuß des Adoleszenten beobachtet worden.

Die rachitischen Verkrümmungen sind Belastungsdeformitäten (SCHANZ). Sie treten in einem Alter vermehrter Inanspruchnahme auf, weil die Festigkeit der Knochen und der sie umgebenden Weichteile durch die Krankheit herabgesetzt sind. Dieser Meinung schließt sich BERNBECK an: Das wegen mangelhafter Verkalkung wenig widerstandsfähige Osteoid und die überschüssig wuchernden Knorpelmassen bedingen eine ungenügende mechanische Stabilität und führen deshalb zu schweren progredienten Fehlformen, insbesondere an der unteren Extremität.

Diese wenigen Ausführungen mögen genügen, um aufzuzeigen, daß die Rachitis auch heute noch durch z.B. unvollständig durchgeführte Prophylaxe bei der Deformitätenentstehung eine wichtige Rolle spielen kann, wenn die Erkrankung nicht im Stadium der Skelettrachitis ausheilt.

Da das rachitische O-Bein besonders stark dazu neigt, Keim weiterer Fehlformen an Fuß und Bein zu sein (SCHEDE, F.LANGE, PAVLIC, HOHMANN, BRANDT, PAUWELS, KUMMER), stellt das Krankheitsbild für den Orthopäden auch heute noch ein ernstzunehmendes therapeutisches Problem dar.

Die normale Entwicklung des kindlichen Beines

Um das kindliche crus varum rachiticum genauer erfassen zu können, soll zunächst auf die physiologische Beinform des Kindes eingegangen werden.

Jedes Kind wird mit leichten O-Beinen geboren (M.LANGE, F.LANGE, BRAGARD, v.LANZ & WACHSMUTH, BÖHM); als Grund dafür gilt Raummangel in utero (FICK, GRUNEWALD). Diese Abweichung von der geraden Beinform betrifft alle drei Ebenen des Raumes:

A) Abweichungen in der Sagittalebene:
Zur Zeit der Geburt besteht eine deutliche Reposition und Retroversion des Tibiakopfes. Dieses Faktum wird von

FICK im Begriff der Inklination mit berücksichtigt. Während v.LANZ & WACHSMUTH die Retroversion im Neugeborenenalter mit 27°, beim 3jährigen mit 17°, beim 10jährigen mit 7° und beim Erwachsenen mit 4° angeben, hat BÖHM (1928) eigenen Forschungen zufolge einen Ausgleich zwischen der frühkindlichen und späteren Beinform in sagittaler Richtung nach Röntgenbildern bereits im dritten Lebensjahr beobachtet und hält ihn sogar im zweiten Lebensjahr für nahezu vollzogen. Seine Inklinationswinkel betragen für Neugeborene 116°, für 1/2jährige 112°, für 1jährige 103°, für 10jährige 95° und für Erwachsene 96°.

B) Abweichungen in der Frontalebene:
v.LANZ & WACHSMUTH geben an, daß das Kniegelenk zur Zeit der Geburt physiologischerweise in frontaler Richtung fibularwärts abweicht (s.a. KÖHLER & ZIMMER). Die Traglinie, eine Verbindungslinie durch die Mitte des Hüftgelenks und des Sprunggelenks, liegt dabei medial vom Kniegelenk. Erst im 4.Lebensjahr erreicht das Kniegelenk die Traglinie, ohne jedoch dort haltzumachen; im 5. - 6.Lebensjahr wird sie deutlich tibialwärts überschritten. Um die Mitte des 6.Lebensjahres ist das daraus resultierende X-Bein am deutlichsten ausgeprägt (WEBER). Zu Beginn der Pubertät kehrt das Kniegelenk in die Traglinie zurück.

BÖHM hat bei seinen Umrißzeichnungen von kindlichen Beinen folgendes festgestellt: Das genu varum des Neugeborenen verbleibt in den ersten Lebensmonaten in abnehmendem Maße und ist bereits im 2.Lebensjahr verschwunden. Dagegen persistiert ein crus varum, daß auch im 3.Lebensjahr noch vorhanden ist. Da zu diesem Zeitpunkt das Knie bereits eine leichte Valgusstellung eingenommen hat, "haben wir eine quasi paradoxe Fehlform des Beines vor uns, die man vulgär als oben X, unten O bezeichnen kann". Im 4. Lebensjahr hat sich die O-Form des Unterschenkels zurückgebildet; es verbleibt ein reines genu valgum, das um

die Mitte des ersten Lebensjahrzehnts am stärksten ausgeprägt ist. Erst nach der Pubertät hat sich die endgültige Beinform, das genu rectum, voll entwickelt.

Eine Erklärung für die tibia vara des Säuglings und Kleinkindes liegt darin, daß die proximale laterale Tibiaepiphyse zur Zeit der Geburt an Höhe und Masse stärker ausgeprägt ist als die mediale und eine kniewärts gerichtete Konvexität besitzt. Im Laufe der Entwicklung wächst der laterale Epiphysenanteil weniger stark als der mediale, so daß der Höhenunterschied ausgeglichen wird.

Die Entwicklung im Bereich des Kniegelenks wird von zwei Veränderungen bestimmt:

1) Eine ähnliche Umformung wie die eben für die proximale Tibiaepiphyse beschriebene findet auch an der distalen Femurepiphyse statt. Hier verläuft der Entwicklungsgang umgekehrt, d.h. die mediale Schenkelrolle verliert und die laterale gewinnt an Höhe. Der ursprüngliche Höhenunterschied wird aber nicht vollständig beseitigt.

2) Die Stellung der Knochenschäfte zu den Epiphysen verändert sich (siehe Abbildung 1).

   BÖHM und v.LANZ & WACHSMUTH weisen noch auf zwei weitere Abweichungen in der Frontalebene hin. Während beim Erwachsenen die Längsachse des Schienbeins senkrecht auf dem Rollendach der Tibia steht, beträgt der Winkel beim Neugeborenen 80° (Abbildung 2). Außerdem ist die distale Schienbeinepiphyse zur Zeit der Geburt noch ausgesprochen asymmetrisch; die Epiphysenlinie schneidet das Rollendach fibularwärts in einem Winkel von 10°. Diese Abweichungen sind im Kleinkindesalter rückläufig und verlieren sich im 8. - 10. Lebensjahr völlig (s.a. RUCKENSTEINER).

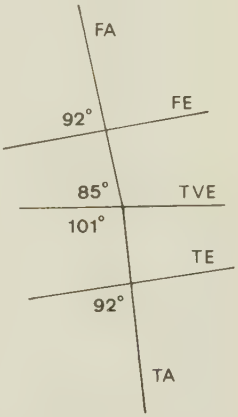
C) Verdrehungen um die Längsachse:
Bei den Verdrehungen um die Längsachse des Beines sind

Abbildung 1

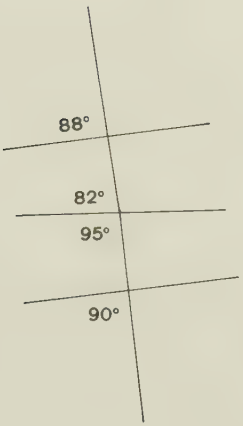
Epiphysen- und Gelenklinien in der Entwicklung des kindlichen Beines (nach: v.LANZ & WACHSMUTH)

Zeichenerklärung:

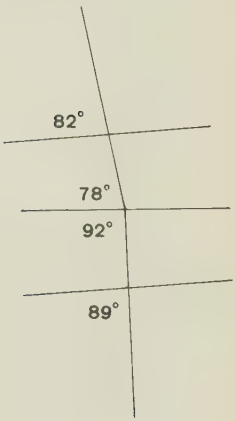
FA = Femur-Achse
FE = Femur-Epiphysenlinie
TVE = Transversalebene
TE = Tibia-Epiphysenlinie
TA = Tibia-Achse



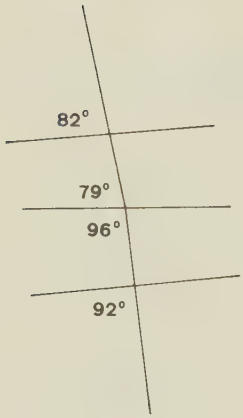
a) Neugeborenes

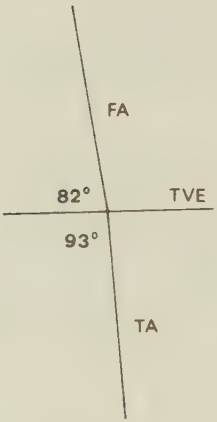


b) 2 Jahre alt



c) 5 Jahre alt



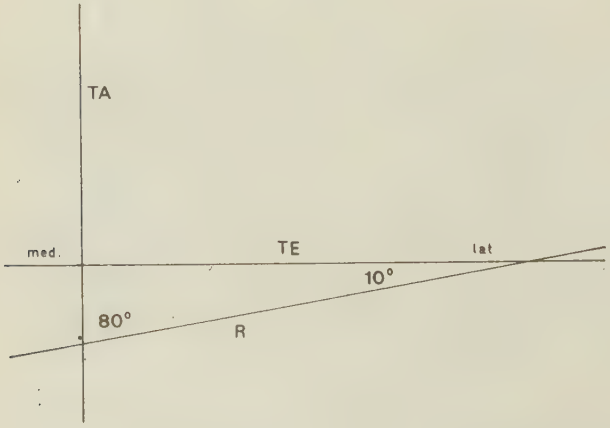


d) 10 Jahre alt

e) Erwachsener

Abbildung 2

Die Tibia-Achse TA und das Rollendach R stehen erst beim Erwachsenen senkrecht aufeinander. Bis zum 10.Lebensjahr durchläuft das Gelenk eine Entwicklung. Die Abbildung zeigt die Verhältnisse z.Z. der Geburt.
(TE = Tibia-Epiphysenlinie)



zwei Begriffe voneinander zu trennen (BRANDT):

a) Die Rotation oder Kreiselung. Es handelt sich hierbei um die Drehung zweier Knochen gegeneinander in den Gelenken.

b) Die Torsion. BRAUS definiert sie so, daß unter der Torsion der Tibia nichts anderes zu verstehen sei als die Tatsache, daß der größte Querdurchmesser des distalen Tibiaendes gegen den des proximalen Endes einen Winkel bildet. Dabei liegt im Falle einer reellen Torsion (BRANDT) eine Verwindung eines Körpers in sich - bei langen und schlanken Elementen eine Verdrehung um ihre Längsachse - vor. Abzutrennen davon ist die virtuelle Torsion, bei der das proximale und distale Gelenkende in verschiedenen Richtungen seitlich abgeplattet ist. Nach KUMMER sollte die Torsion grundsätzlich nach der Drehrichtung des distalen Gelenkabschnittes gegenüber dem proximalen benannt werden. Er verwendet zur Definition ebenfalls die Begriffe "virtuell" und "reell" von BRANDT.

Schon v.MIKULICZ hat im Jahre 1878 eine Arbeit veröffentlicht, in der er nachwies, daß die Torsion des Schienbeins individuell zwischen 0° und 48° schwankt, wobei die quere Achse der Knöchelgabel entweder frontal steht oder auswärtsgekreiselt ist. In 2/3 aller Fälle betrug die Verdrehung 5° - 20°. Bei den von ihm untersuchten Neugeborenen war die Torsion nur ganz gering.

FICK (1904) beschreibt beim Erwachsenen einen nach außen gerichteten Torsionswinkel des Schienbeins in der Größenordnung von 0° - 50°, die der von v.MIKULICZ entspricht. GRUNEWALD berichtet 1916 von 121 Fällen, bei denen er zweimal Nulltorsion fand, während sich bei den übrigen Probanden Unterschiede einer lateralwärts gerichteten Drehung des unteren Tibiaendes von 1° - 42° feststellen ließen.

1901 untersuchte LE DAMANY die Entwicklung der Torsion vom Foeten an über das Neugeborene und Kind bis hin zum Erwachsenen. Er fand, daß beim Foeten eine Null- und manchmal sogar Minustorsion besteht (-10° bzw. -5°). Zur Zeit der Geburt beträgt sie konstant 0°. Die postnatalen Werte zeigt Tabelle 1. Aus ihr geht hervor, daß die Außenrotation erstens ständig zunimmt und zweitens bereits im 5. - 6.Lebensjahr den numerischen Wert des Erwachsenen erreicht hat. Die gelegentlich auftretenden Minustorsionen beim Foeten sind entwicklungsgeschichtlich interessant, weil sie bei Menschenaffen zeitlebens zu beobachten sind (GRUNEWALD, PREUSCHOFT).

LE DAMANY's Winkelmaße bildeten die Grundlage für spätere Untersuchungen des Torsionsproblems. BÖHM griff sie in seinen Arbeiten auf, ebenso v.LANZ & WACHSMUTH, HOHMANN (1925), ABERLE (1934), WEBER (1961) und BERGMANN (1962). NACHLAS (1934) und HUTTER & SCOTT (1949) kamen nach eigenen Messungen zu nahezu gleichen Resultaten.

ALTMANN hatte sich 1925 mit der Normalbeintorsion des Femur beschäftigt und diese, ebenso wie die vermehrte Torsion, als endogen bedingt erklärt, d.h., für ihn handelte es sich hierbei um einen phylogenetisch jungen Neuerwerb, der sich im Erbschema noch nicht genügend fixiert hat und deshalb zu extremen Varianten führen kann. WEBER übernimmt diese Deutung auch für die Tibiatorsion.

v.LANZ und GRUNEWALD sehen in der Torsion eine passive Deformation des Knochens, während KUMMER und PAUWELS für eine aktive Deformation des Unterschenkels eintreten, die sich mit der Theorie von der allgemeinen Gültigkeit der funktionellen Anpassung durch Längenwachstum (PAUWELS) erklären läßt.

Tabelle 1

Die postnatale Entwicklung der Tibiatorsion nach LE DAMANY.

A L T E R	RECHTES BEIN	LINKES BEIN
1 Monat	0	0
3 Monate	+ 5	+10
	+14	+14
5 Monate	+18	-
6 Monate	0	- 2
8 Monate	+22	+21
	+18	+14
1 Jahr 4 Monate	+10	+12
2 Jahre	+13	+14
	+12	+ 7
4 Jahre	+30	+30
5 Jahre	+15	+30
	+25	+30
7 Jahre	+20	+20
10 Jahre	+30	-
12 Jahre	+35	+25
14 Jahre	+35	+10
Erwachsener	+25	+22

Zur Messung der Torsion können klinische, tropometrische und röntgenologische Methoden verwendet werden (ROSEN & SANDICK, 1955). Zur kombinierten klinisch-tropometrischen Messung konstruierten HOHMANN (1925), ABERLE (1934) und BERGMANN (1962) Apparaturen, mit denen jeweils die Abweichungen der Achsen des distalen und des proximalen Tibiaendes genau bestimmbar sein sollten. Weitere Meßmethoden stammen von DUPUIS und SONNENSCHEIN. Schwierig war die röntgenologische Erfassung der Tibia. Ähnlich wie RÜTT (1962) es für die Bestimmung der Torsion des distalen Femurendes abgelehnt hat, genaue Angaben darüber aus a.p.- und Seitenbildern zu machen, sind auch im Falle der Tibiatorsion aus diesen Aufnahmen keine absoluten Zahlen, sondern nur Tendenzen zu ersehen (HUTTER & SCOTT, BÖHM, MILCH, NACHLAS). ROSEN & SANDICK haben jedoch 1955 eine spezielle Röntgenanordnung entwickelt, die es, vergleichbar der Technik von DUNN & RIPPSTEIN oder SCHWETLICK zur Messung der Femurantetorsion, erlaubt, die Tibiatorsion exakt zu ermitteln.

Der Entwicklungsablauf am rachitischen Bein:

Bei der Rachitis werden am Unterschenkel alle drei beschriebene Ebenen von Fehlstellungen betroffen.

In der Sagittalebene kommt es zur Ausbildung einer mehr oder weniger starken Antekurvation, in der Frontalebene imponiert die nach außen konvexe Krümmung der Tibiae, deren Scheitel oft zwischen ihrem mittleren und unteren Drittel zu finden ist (HOHMANN 1961, SWOBODA). Dazu tritt bei den rachitischen Kindern eine deutliche Verminderung der Normalbeintorsion auf (ABERLE). Bei äußerer Betrachtung erscheint die Malleolengabel einwärts torquiert (BRANDT). Schon v.MIKULICZ hatte bei Verkrümmungen der Tibien Minustorsionen von -20° bis -30° gefunden.

HOHMANN (1925), SCHEDE, ABERLE, PAVLIC, NIEDERECKER und BERGMANN wiesen nach, daß ein direkter Zusammenhang zwischen rachitischen O-Beinen und Pedes valgi besteht,

wobei beide Komponenten, sowohl die nach außen konvexe Krümmung der Tibia, als auch die verminderte Torsion an der Ausbildung der Fehlform beteiligt sind.

Das Kniegelenk eines Erwachsenen mit dieser Fußdeformität wird später weiter im Sinne einer Varusverbiegung und -verdrehung beeinflußt. Bei diesem Mechanismus ist die Torsion einmal als echte Fehlform aufgrund der abnormen Reaktionsweise der Stützgewebe durch die Rachitis und das andere Mal als Anpassung an abnorme Beanspruchung aufzufassen (PAUWELS, KUMMER).

Aus den oben beschriebenen Veränderungen ergibt sich, daß auch heute noch eine Rachitis zur schweren Schädigung führen kann, zumal Spontanheilungen selten sind (SCHANZ). Bei der Therapie rachitischer Fehlformen stehen operative und konservative Methoden zur Wahl.

In der vorliegenden Arbeit wird die Wirksamkeit der Behandlung mit Redressionsgipsverbänden untersucht.

METHODIK

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde nach folgender Methodik vorgegangen:

In den Jahren 1962-1968 kamen 43 Kinder, davon 18 Mädchen und 25 Jungen in der chirurgisch-orthopädischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Britz mit der Diagnose crura vara rachitica zur stationären Aufnahme. Sie wurden konservativ mit Redressionsgipsverbänden behandelt.

Das jüngste Kind war bei Behandlungsbeginn 2 Monate, das älteste Kind 3 Jahre alt.

Ihre Krankengeschichten wurden hinsichtlich des Status und des Lokalbefundes ausgewertet. Das Hauptaugenmerk richtete sich auf die Röntgenaufnahmen, wobei wegen vergleichbarer Werte stets die Aufnahmen zu Beginn und zum Ende der Behandlung berücksichtigt wurden. Zu Beginn der Therapie lagen bei allen 43 Kindern Röntgenbilder vor, was bei Therapieabschluß nur bei 38 Kindern der Fall war.

Im August und September 1969 wurden 30 Kinder - 13 Mädchen und 17 Jungen - nachuntersucht. Die Kinder waren nunmehr zwischen 2 und 8 7/12 Jahren alt. Die größte zeitliche Differenz nach Abschluß der Behandlung betrug 6 1/12 Jahre, die kürzeste 6 Monate. Anhand dieser Aufnahmen war es möglich, den poststationären Verlauf zu beurteilen. Um einen genauen und objektiven Eindruck vom Schweregrad der Fehlform zu erhalten, wurden auf den Röntgenbildern 6 Winkelpaare ausgemessen, deren Veränderungen vom Zeitpunkt des Therapiebeginns an gegenüber dem Abschluß der Behandlung und gegenüber der Nachuntersuchung statistisch ausgewertet wurden. Fünf Winkelpaare stammen aus den a.p.-Aufnahmen, das 6. aus den Seitenbildern. Sie wurden wie folgt definiert:

1) Femur-Tibia-Epiphysenlinienwinkel (Abbildung 3)

Die distale Femur- und die proximale Tibiaepiphysenlinie bilden einen vom Alter und der Beinform des Kindes abhängigen Winkel, der in Ermangelung der im frühen

Kindesalter röntgenologisch noch nicht darstellbaren tatsächlichen Gelenklinien die Beziehung des Kniegelenks zur Traglinie des Beines beschreibt. Wenn die Traglinie durch die Mitte des Kniegelenks geht, d.h. wenn keine Fehlhaltung im Kniegelenk vorliegt, stehen die Gelenklinien parallel zueinander. Stellvertretend wurden in der vorliegenden Arbeit die Epiphysenlinien berücksichtigt (s. Abbildung 1). Ist das Bein im O-Sinne gekrümmt, öffnet sich der Femur-Tibia-Epiphysenlinienwinkel nach lateral, bei X-Krümmung nach medial. Im Idealfall schneiden sich die beiden Schenkel des Winkels im Unendlichen, d.h. sie liegen parallel. Ist der Winkel größer als 180°, liegt ein O-Bein vor, bei kleiner als 180° handelt es sich um ein X-Bein.

2) Tibiaschaft-Winkel (Abbildung 3)

Nach v.LANZ & WACHSMUTH bildet die proximale Tibia-Epiphysenlinie mit der Tibiaschaftachse in allen Lebensaltern einen Winkel von annähernd 90° (s. Abbildung 1). Je größer die Fehlform des Unterschenkels jedoch ist, desto mehr weicht die tatsächliche Tibiaachse von der theoretischen ab. In dieser Untersuchung wird im Falle eines O-Beins der von beiden Achsen gebildete Winkel in positiven Gradzahlen gemessen, im Falle einer X-Abweichung werden negative Gradzahlen verwendet.

3) Sprunggelenks-Neigungswinkel (Abbildung 2 und 3)

Die distale Tibia-Epiphysenlinie und die Tibiaschaftachse stehen im Normalfall ebenfalls senkrecht aufeinander. Deshalb bilden die proximale und die distale Epiphysenlinie beim geraden Bein Parallelen. Die distale Epiphysenlinie repräsentiert beim kindlichen Bein im Röntgenbild die Achse des oberen Sprunggelenks. Schneidet sie beim Vorliegen einer Fehlform im Bereich der Tibia die proximale Epiphysenlinie, so gibt der Schnittwinkel die Neigung der oberen Sprunggelenksachse an. Bei einem O-Bein öffnet sich der Winkel nach medial, bei ei-

nem X-Bein nach lateral. In der hier verwendeten Methode bedeutet ein Winkel, der kleiner als 180° ist, eine Abweichung im O-Sinne.

4) Tibia-Abknickungswinkel (Abbildung 3)

Bei ausgeprägten rachitischen O-Beinen erfährt die Tibia eine Achsenabknickung. Durch Parallelverschiebung der tatsächlichen Tibiaachse zur Außenkante kann der Punkt der stärksten Krümmung oder Abknickung wie durch Anlegen einer Tangente an einen Kreis ermittelt werden. Zahlenmäßig wird sie durch den Winkel beschrieben, den die tatsächliche Tibiaachse mit der Linie bildet, die sich aus der Verbindung der distalen Epiphysenlinienmitte und der Mitte des Knochens am Punkte der Abknickung ergibt. In gleicher Weise wurde bei Fällen verfahren, die zwar keine Abknickung, aber ein deutliches Schwingungsmaximum im medialen Drittel der Tibia aufwiesen.

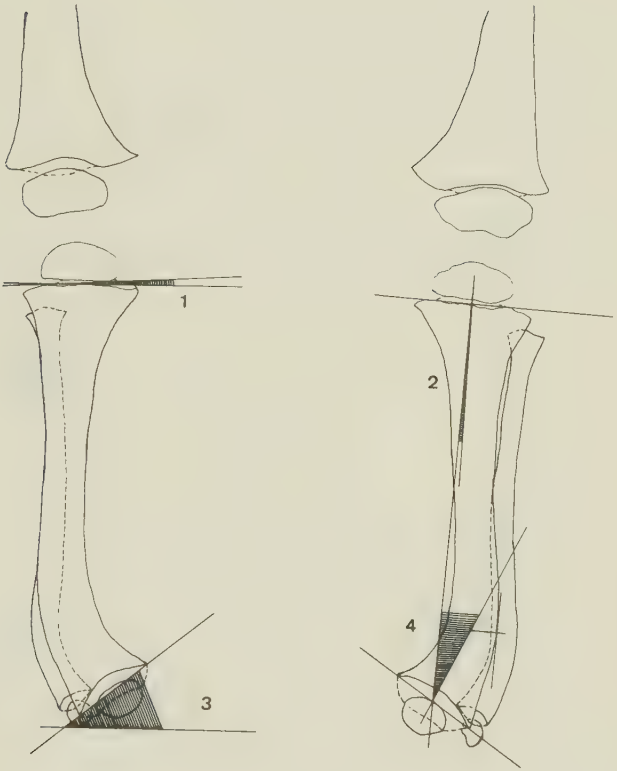
5) Laterale Seitenneigung der Tibia (Abbildung 4)

Hiermit soll die röntgenologisch im a.p.-Bild nicht ohne weiteres erkennbare und vor allem nicht in absoluten Zahlen meßbare Torsion der Tibia annähernd dargestellt werden. In der von BÖHM angegebenen Methode wird die Tibia in drei gleiche Teile geteilt und anschließend der Winkel zwischen der oberen Längs- zur mittleren Querachse medial ausgemessen. Bei starker lateraler Seitenneigung (Winkel >90°) wird die Torsion von ihm als hochgradig vorhanden angenommen.

6) Grad der Antekurvation (Abbildung 4)

Acht Kinder zeigten in der Seitenaufnahme im distalen bzw. medialen Drittel der Tibia Verbiegungen im Sinne einer Antekurvation. Um ihren Grad zahlenmäßig zu erfassen, wurde methodisch wie unter 4) beim Tibia-Abknickungswinkel vorgegangen.

Abbildung 3



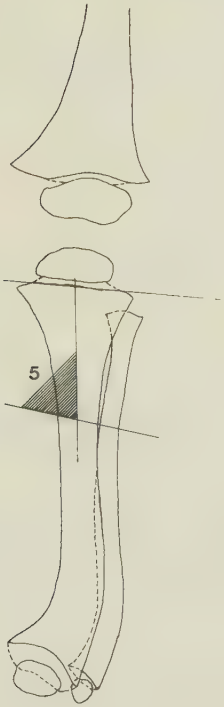
1) Femur-Tibia-Epiphysenlinienwinkel
2) Tibiaschaft-Winkel
3) Sprunggelenksneigungswinkel
4) Tibia-Abknickungswinkel

Zur statistischen Auswertung wurden

a) Mittelwerte und Streuung der Winkel in den 6 Gruppen zu den verschiedenen Untersuchungsterminen ermittelt;

b) weiter wurden Winkelpaare gebildet, wobei als α_1 der jeweilige Winkel vor Behandlungsbeginn, als α_2 der Winkel nach Behandlungsende und als α_3 der Winkel bei der Nachuntersuchung bezeichnet ist. Die mathematische Gleichung $a = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_1} \times 100$ bzw. $b = \frac{\alpha_3 - \alpha_1}{\alpha_1} \times 100$ beschreibt, um wieviel Prozent sich das Ergebnis gegenüber der Erstuntersuchung verändert hat. Die so gewonnenen Zahlen wurden mit dem Zeichentest auf ihre Vertrauensgrenzen hin untersucht.

Abbildung 4



5) Laterale Seitenneigung der Tibia
6) Grad der Antekurvation

ERGEBNISSE

Die untersuchten Kinder ließen sich zunächst nach zwei Gesichtspunkten in verschiedene Gruppen einteilen.

I) Da die seitliche Abknickung der Tibia ein wichtiges Symptom der crura vara rachitica ist, wurden die Kinder daraufhin untersucht, ob und wo sich eine solche fand. Die Sichtung des Materials ergab drei Gruppen:

a) seitliche Abknickung im distalen Drittel
b) Schwingungsmaximum im medialen Drittel
c) Schwingungsmaximum in der Tibiakopfregion (=proximales Drittel)

II) Anamnestisch konnten 15 Kinder ermittelt werden, die keine oder eine unvollständige Vitamin-D-Prophylaxe aufzuweisen hatten. Sie wurden Kindern mit üblichen Vitamin-D-Dosen gegenübergestellt.

Um die Fehlerbreite, besonders durch nicht korrekt eingestellte a.p.-Aufnahmen bei unruhigen Kindern, festzustellen, wurden

a) von einem Kind mit crura vara rachitica im distalen Drittel eine Serie angefertigt, in der ein Bein in 5 verschiedenen Stellungen, angefangen von extremer Außenrotation (I) über Mittelstellung (III) bis zur Innenrotation (V) fixiert wurde. Es ergaben sich folgende Werte:

1) Femur-Tibia-Epiphysenlinienwinkel		2) Tibiaschaftwinkel	
I)	198°	I)	+ 4°
II)	195°	II)	+ 3°
III)	193°	III)	+ 3°
IV)	193°	IV)	0°
V)	198°	V)	- 2°

3) Sprunggelenks-neigungswinkel

I)	168°
II)	166°
III)	165°
IV)	167°
V)	168°

4) Tibia-Abknickungs-winkel

I)	12°
II)	12°
III)	13°
IV)	- 3°
V)	- 9°

5) Grad der lateralen Seitenneigung

I)	70°
II)	75°
III)	78°
IV)	82°
V)	90°

Die Abweichungen der Winkel bei extremer Innen- oder Außenrotation war für die vorliegende Arbeit nicht von Bedeutung, weil keines der 43 Kinder röntgenologisch einen Anhalt dafür bot. Es war auch niemals ein Tibia-Abknickungswinkel negativ. Wichtig erscheint jedoch, daß eine Drehung des Beines nach innen vor allem den Tibiaschaftwinkel und den Tibia-Abknickungswinkel dahingehend beeinflussen kann, daß die Messung niedrigere Werte angibt als nach der Klinik zu erwarten wäre.

b) In einer zweiten Untersuchungsreihe wurden 10 Kinder im Alter von 6 bis 18 Monaten im Routinebetrieb geröntgt, die keine crura vara rachitica aufwiesen.

Femur-Tibia-Epiphysenlinienwinkel:
Mittelwert $\bar{x}$ = 180°, Standardabweichung s = 1,9

Tibiaschaftwinkel:
Mittelwert $\bar{x}$ = 2°, Standardabweichung s = 1,6

Sprunggelenkneigungswinkel:
Mittelwert $\bar{x}$ = 177°, Standardabweichung s = 3,9

Grad der lateralen Seitenneigung:
Mittelwert $\bar{X} = 82^{o}$, Standardabweichung $s = 1,2$

Diese Winkelmaße liegen für die untersuchte Altersgruppe im Bereich der Norm und berechtigen daher zu der Annahme, daß die ihnen zugrunde liegenden Röntgenbilder auch bei nicht durchweg optimalen Einstellungen verwertbare Resultate liefern können.

DIE ERGEBNISSE IM EINZELNEN

A) Die klinischen Symptome, die zu der Diagnose "crura vara rachitica" geführt hatten, wurden mit dem röntgenologischen zusammen tabellarisch erfaßt (Tabelle 2). Es zeigte sich, daß, wie zu erwarten war, die Kinder ohne ausreichende Vitamin-D-Zufuhr bei Therapiebeginn wesentlich ausgeprägtere Krankheitserscheinungen aufwiesen.

B) In den statistischen Auswertungen der ermittelten Winkel wurde wie folgt vorgegangen:

1) Errechnung des Mittelwertes $\bar{X}$ und der Standardabweichung s des jeweiligen Winkels bei

a) Behandlungsbeginn,
b) Behandlungsende und
c) Nachuntersuchung

in den drei verschiedenen Gruppen.

2) Errechnung der Änderung des Winkels bei

a) Behandlungsabschluß gegenüber Beginn und
b) Nachuntersuchung gegenüber Beginn.

Diese Änderungen wurden auf Signifikanz hin geprüft.

Zur Gruppe mit seitlicher Abknickung der Tibia im distalen Drittel gehörten 21 Kinder; davon kamen 14 zur Nachuntersuchung. Nur 10 Kinder hatten die übliche Vitamin-D-Prophylaxe erhalten. In zwei Fällen waren die Unterschenkel derart verformt, daß im proximalen Tibiaabschnitt eine

X-Schwingung, im distalen eine O-Schwingung vorlag.

In der Gruppe mit Schwingungsmaximum der Tibia im medialen Drittel fanden sich 10 Kinder, wovon 9 nachuntersucht werden konnten. Alle hatten die übliche Vitamin-D-Prophylaxe erhalten.

Zur Gruppe mit Schwingungsmaximum in der Tibiakopfregion zählten 12 Kinder, 7 davon wurden nachuntersucht. Bei 9 Kindern war eine ausreichende Vigantoldosis gegeben worden.

Legende zu Tabelle 2 - Seite 24 -

Ausprägung rachitischer Verformungen bei Kindern mit und ohne ausreichende Vigantol-Prophylaxe.

Interpretation siehe Text.

m = männlich
w = weiblich
d = Abknickung der Tibia im distalen Drittel
me = Schwingungsmaximum der Tibia im medialen Drittel
o = Schwingungsmaximum der Tibia im proximalen Drittel (Region des Tibiakopfes)

Tabelle 2

lfd. Nr.	Geschlecht	Becherf. d. Epiph.	rö. Tibia-abw.	klin. Tibia-abw.	Auftreibung d. Epiph.	Abst. Tibia-cond. vergr.	Rosenkranz	Sitzkyphose	Caput quadr.	Vigantol	keine näheren Angaben
1	w		o	o		+				-	
2	m		d	d						-	
3	w	+	o	o	+		+			-	+
4	m		d	d						-	+
5	w		d	d						-	+
6	m		d	d						-	+
7	m		d	d						-	+
8	m		d	d						-	+
9	m	+	d	d	+		+			-	
10	m	+ +	d	d	+					-	
11	w	+ +	d	d	+					-	
12	m	+ +	o	o	+					-	
13	w	+ +	d	d	+		+			-	
14	m	+ +	o	o	+	+				-	
15	w	+ +	d	d	+		+			-	
16	m		me	me						+	
17	m	+	me	me	+					+	
18	m	+ +	d	d	+		+			+	
19	w	+	me	me	+					+	
20	w		o	o						+	
21	m		o	o						+	
22	w		me	me						+	
23	w		o	o						+	
24	m		me	d	+					+	
25	m		d	me						+	
26	w		d	d						+	
27	m		me	me	+					+	
28	w		d	d	+					+	
29	m		me	me						+	
30	m		me	me						+	
31	w		o	o		+				+	
32	m		o	o						+	
33	w		d	d	+		+			+	
34	m		me	me						+	
35	w		o	o	+					+	
36	w		d	d	+			+		+	
37	m		o	o		+				+	
38	m		d	d						+	
39	w		d	d	+					+	
40	m		o	o						+	
41	m		me	me						+	
42	m		d	d						+	
43	m		d	d	+		+		+	+	

I) Ergebnisse unter Berücksichtigung der Tibia-Abknickung

FEMUR-TIBIA-EPIPHYSENLINIENWINKEL

Abknickung distal:

1 a) $\bar{x} = 181,5^{\circ}$ $s = 5,2$
b) $\bar{x} = 183,0^{\circ}$ $s = 3,8$
c) $\bar{x} = 181,0^{\circ}$ $s = 3,1$

2 a) Keine signifikante Veränderung
b) Keine signifikante Veränderung

Schwingungsmaximum medial:

1 a) $\bar{x} = 179,0^{\circ}$ $s = 4,1$
b) $\bar{x} = 182,0^{\circ}$ $s = 2,8$
c) $\bar{x} = 181,0^{\circ}$ $s = 2,3$

2 a) Keine signifikante Abweichung
b) Keine signifikante Abweichung

Schwingungsmaximum proximal:

1 a) $\bar{x} = 182,0^{\circ}$ $s = 8,5$
b) $\bar{x} = 184,0^{\circ}$ $s = 3,2$
c) $\bar{x} = 182,0^{\circ}$ $s = 2,5$

2 a) Keine signifikante Abweichung
b) Keine signifikante Abweichung

Da der Femur-Tibia-Epiphysenlinienwinkel jeweils vom Alter abhängig ist, vermitteln die hier aufgeführten Werte nur einen Eindruck von der Größenordnung des Winkels. Die Berücksichtigung der Altersabhängigkeit erfolgt in Tabelle 4.

TIBIASCHAFTWINKEL

Abknickung distal:

1 a) $\bar{x}$ = 5,7° s = 6,0
b) $\bar{x}$ = 2,5° s = 4,3
c) $\bar{x}$ = 1,7° s = 2,9

2 a) Die Veränderung weist 1 % Signifikanz auf
b) Die Veränderung weist 1 % Signifikanz auf

Schwingungsmaximum medial:

1 a) $\bar{x}$ = 7,0° s = 2,8
b) $\bar{x}$ = 4,0° s = 3,0
c) $\bar{x}$ = 1,0° s = 1,3

2 a) Die Veränderung weist 1 % Signifikanz auf
b) Die Veränderung weist 1 % Signifikanz auf

Schwingungsmaximum proximal:

1 a) $\bar{x}$ = 11,5° s = 6,3
b) $\bar{x}$ = 7,0° s = 2,9
c) $\bar{x}$ = 0,6° s = 1,2

2 a) Die Veränderung weist 1 % Signifikanz auf
b) Die Veränderung weist 1 % Signifikanz auf

SPRUNGGELENKSNEIGUNGSWINKEL:

Abknickung distal:

1 a) $\bar{x}$ = 155,0° s = 11,4
b) $\bar{x}$ = 166,0° s = 7,2
c) $\bar{x}$ = 178,0° s = 2,4

2 a) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant
b) Veränderung ist ebenfalls mit 1 % signifikant

Schwingungsmaximum medial:

1 a) $\bar{x}$ = 159,0° s = 5,7
b) $\bar{x}$ = 167,0° s = 5,2
c) $\bar{x}$ = 179,0° s = 2,1

2 a) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant
b) Die Veränderung ist ebenfalls mit 1 % signifikant

Schwingungsmaximum proximal:

1 a) $\bar{x}$ = 157,6° s = 9,9
b) $\bar{x}$ = 163,8° s = 5,1
c) $\bar{x}$ = 178,0° s = 2,2

2 a) Die Veränderung der Winkel ist mit 1 % signifikant
b) Die Veränderung der Winkel ist mit 1 % signifikant

TIBIA-ABKNICKUNGSWINKEL

Abknickung distal:

1 a) $\bar{X} = 12,0^{\circ}$ $s = 5,9$
b) $\bar{X} = 7,0^{\circ}$ $s = 4,3$
c) $\bar{X} = 1,0^{\circ}$ $s = 1,5$

2 a) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant
b) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant

Schwingungsmaximum medial:

1 a) $\bar{X} = 6,0^{\circ}$ $s = 1,8$
b) $\bar{X} = 1,0^{\circ}$ $s = 2,6$
c) $\bar{X} = 1,0^{\circ}$ $s = 1,5$

2 a) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant
b) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant

Das Schwingungsmaximum im proximalen Drittel der Tibia ist nicht mit diesem Winkel zu erfassen, sondern geht in den Wert des Tibiaschaftwinkels ein.

GRAD DER LATERALEN SEITENNEIGUNG

Abknickung distal:

1 a) $\bar{X}$ = 82,0° s = 3,7
b) $\bar{X}$ = 83,0° s = 2,9
c) $\bar{X}$ = 87,0° s = 2,7

2 a) Die Veränderung ist nicht signifikant
b) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant

Schwingungsmaximum medial:

1 a) $\bar{X}$ = 85,0° s = 2,4
b) $\bar{X}$ = 85,0° s = 1,7
c) $\bar{X}$ = 85,0° s = 1,8

2 a) Die Veränderung ist nicht signifikant
b) Die Veränderung ist nicht signifikant

Schwingungsmaximum proximal:

1 a) $\bar{X}$ = 86,0° s = 2,6
b) $\bar{X}$ = 86,0° s = 2,7
c) $\bar{X}$ = 86,0° s = 2,2

2 a) Die Veränderung ist nicht signifikant
b) Die Veränderung ist nicht signifikant

Auch hier zeigen Mittelwerte, Streuung und Signifikanzberechnung kein ausreichendes Bild der Verhältnisse, weil der Grad der lateralen Seitenneigung ebenfalls vom Alter abhängig ist. Die Berechnungen sind wiederum nur deshalb mit aufgeführt, um einen Hinweis auf die Größenordnung des Winkels zu geben. Die Altersabhängigkeit wird in Tabelle 5 dargestellt.

ANTEKURVATION

Antekurvation zeigten nur 8 Kinder, 5 aus der Gruppe mit distaler Abknickung der Tibia, 3 aus der Gruppe mit Schwingungsmaximum im medialen Drittel. Sie wurden zusammen berechnet, da beim Zeichentest erst Gruppen von $\geq$ 6 an eine Signifikanzberechnung gestatten.

1 a) $\bar{x}$ = 13,0° s = 5,8
b) $\bar{x}$ = 9,0° s = 4,3
c) $\bar{x}$ = 1,0° s = 2,1

2 a) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant
b) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant

II) Ergebnisse unter Berücksichtigung der Vigantol-Prophylaxe

3 Errechnung des Mittelwertes $\bar{x}$ und der Streuung s des jeweiligen Winkels für Kinder mit ausreichender Vigantol-Prophylaxe bei

a) Behandlungsbeginn
b) Behandlungsende
c) Nachuntersuchung

in allen drei Gruppen gemeinsam.

4 Signifikanzprüfung der Winkeländerungen.

5 und 6
Errechnung derselben Werte bei Kindern ohne ausreichende Vigantol-Prophylaxe.

FEMUR-TIBIA-EPIPHYSENLINIENWINKEL

Mit ausreichender Vigantol-Prophylaxe:

3 a) $\bar{X}$ = 180,0° s = 6,2
b) $\bar{X}$ = 182,0° s = 2,3
c) $\bar{X}$ = 181,0° s = 3,0

4 a) Die Veränderung ist nicht signifikant
b) Die Veränderung ist nicht signifikant

Ohne ausreichende Vigantol-Prophylaxe:

5 a) $\bar{X}$ = 182,0° s = 5,1
b) $\bar{X}$ = 183,0° s = 3,7
c) $\bar{X}$ = 182,0° s = 3,7

6 a) Die Veränderung ist nicht signifikant
b) Die Veränderung ist nicht signifikant

Hier gilt wiederum die schon weiter oben gemachte Einschränkung, daß in diesen Berechnungen die Altersabhängigkeit des Winkels nicht berücksichtigt ist. Diese Berücksichtigung erfolgt in Tabelle 4.

TIBIASCHAFT-WINKEL

Mit ausreichender Vigantol-Prophylaxe:

3 a) $\bar{X}$ = 8,0° s = 5,9
b) $\bar{X}$ = 4,0° s = 3,4
c) $\bar{X}$ = 0,0° s = 2,8

4 a) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant
b) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant

Ohne ausreichende Vigantol-Prophylaxe:

5 a) $\bar{X}$ = 7,0° s = 5,9
b) $\bar{X}$ = 4,0° s = 5,1
c) $\bar{X}$ = 0,0° s = 2,8

6 a) Die Veränderung ist mit 5 % signifikant
b) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant

SPRUNGGELENKSNEIGUNGSWINKEL

Mit ausreichender Vigantol-Prophylaxe:

3 a) $\bar{x} = 157,0^{\circ}$ $s = 9,1$
b) $\bar{x} = 166,0^{\circ}$ $s = 5,6$
c) $\bar{x} = 179,0^{\circ}$ $s = 1,0$

4 a) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant
b) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant

Ohne ausreichende Vigantol-Prophylaxe:

5 a) $\bar{x} = 157,0^{\circ}$ $s = 12,1$
b) $\bar{x} = 165,0^{\circ}$ $s = 5,7$
c) $\bar{x} = 178,0^{\circ}$ $s = 2,7$

6 a) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant
b) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant

TIBIA-ABKNICKUNGSWINKEL

Dieser Winkel wurde nicht berücksichtigt, weil Kinder ohne ausreichende Vigantol-Prophylaxe entweder distale oder keine Abknickung der Tibia aufwiesen. Ein Vergleich mit Kindern mit ausreichender Prophylaxe, die aus allen drei Gruppen kamen, erschien daher nicht sinnvoll.

GRAD DER LATERALEN SEITENNEIGUNG

Mit ausreichender Vigantol-Prophylaxe:

3 a) $\bar{x} = 84,0^{\circ}$ $s = 3,6$
b) $\bar{x} = 85,0^{\circ}$ $s = 2,6$
c) $\bar{x} = 86,0^{\circ}$ $s = 2,2$

4 a) Die Veränderung ist nicht signifikant
b) Die Veränderung ist nicht signifikant

Ohne ausreichende Vigantol-Prophylaxe:

5 a) $\bar{x} = 82{,}0^{\circ}$ $s = 4{,}4$
b) $\bar{x} = 83{,}0^{\circ}$ $s = 3{,}8$
c) $\bar{x} = 87{,}0^{\circ}$ $s = 2{,}1$

6 a) Die Veränderung ist nicht signifikant
b) Die Veränderung ist mit 1 % signifikant

Es muß hierbei nochmals an die in diese Berechnung nicht eingegangene Altersabhängigkeit des Winkels erinnert werden, die in Tabelle 5 berücksichtigt wird.

ANTEKURVATION

Der Vergleich wurde fallengelassen, weil nur ein Kind keine ausreichende Vigantol-Prophylaxe aufwies.

Auf den folgenden Seiten werden drei Fälle demonstriert, um die Ergebnisse zu veranschaulichen.

Fall 1

Mädchen mit ausgeprägten rachitischen Verkrümmungen beider Unterschenkel im distalen Drittel. Röntgenologische Verlaufskontrolle im a.p.-Strahlengang.

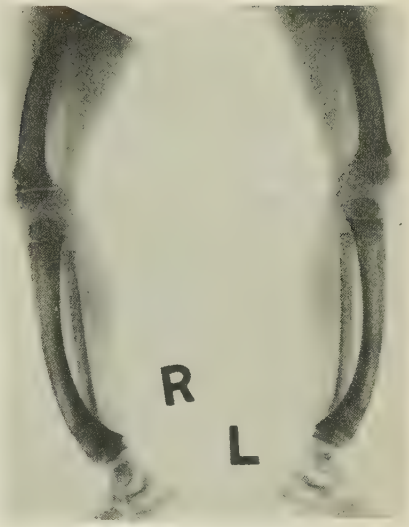
a) Therapiebeginn
Alter: 1 4/12 J.

b) Therapieende
Alter: 2 2/12 J.

c) Nachuntersuchung
Alter: 8 4/12 J.

Fall 1

Röntgenologische Verlaufskontrolle im seitlichen Strahlengang. Die ursprünglich vorhandene Antekurvation ist bei der Nachuntersuchung ausgeglichen.



a) Therapiebeginn

b) Therapieende

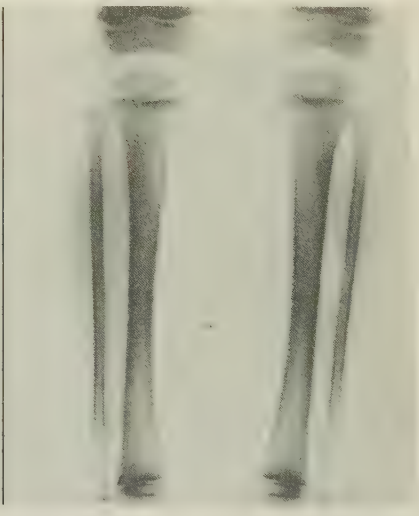
c) Nachuntersuchung

Fall 2

Junge mit rachitischen Verkrümmungen beider Tibien, wobei das Schwingungsmaximum im medialen Drittel liegt. Da keine Antekurvation vorlag, erfolgte die röntgenologische Verlaufskontrolle nu im a.p.-Strahlengang.

a) Therapiebeginn
Alter: 1 1/2 J.

b) Therapieende
Alter: 1 3/12 J.



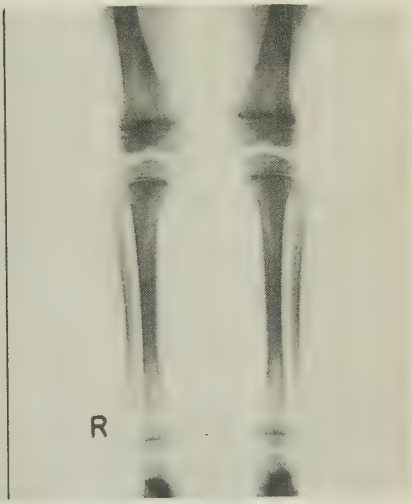
c) Nachuntersuchung
Alter: 4 7/12 J.

Fall 3

Mädchen mit Verkrümmungen beider Unterschenkel, deren Schwingungsmaxima in der Tibiakopfregion (= proximales Drittel) liegen. Keine Antekurvation. Röntgenologische Verlaufskontrolle im a.p.-Strahlengang.

a) Therapiebeginn
Alter: 1 8/12 J.

b) Therapieende
Alter: 2 2/12 J.



c) Nachuntersuchung
Alter: 3 10/12 J.

DISKUSSION

Das Auftreten von crura vara rachitica, auch bei bereits erfolgter Verabreichung von Vitamin D in den heute üblichen Dosen, verlangt, sich auch weiterhin mit dem Problem der optimalen Behandlungsmethode auseinanderzusetzen

Die Diskussion um die Therapie und die Glaubwürdigkeit ihrer Ergebnisse wird in der Literatur von drei Fragen beherrscht:

1) Muß überhaupt therapiert werden?
2) Wann soll therapiert werden?
3) Wie soll therapiert werden?

Die erste Frage ist allerdings nicht so zu verstehen, daß die weiter oben beschriebenen Folgen persistierender crura vara rachitica negiert werden; sie befaßt sich vielmehr mit der möglichen Spontanheilung rachitischer Fehlformen. Diese wurden wegen des wesentlich häufigeren Auftretens der Krankheit vor Einführung der Vitamin-D-Prophylaxe besonders von älteren Autoren studiert und diskutiert.

VEITS berichtet 1895 von Kindern mit den verschiedensten rachitischen Verkrümmungen, die er über 2 bis maximal 3 Jahre beobachtet hat. Er konnte immer dann Spontanheilungen sehen, "wenn die Tendenz zum Wachstum respektive zur Entwickelung des ganzen Skeletts" bestand. Anhand seiner Photographien lassen sich bei genua vara, genua valga und genua recurvata zumindest Besserungen feststellen; er räumt jedoch selbst ein, daß sich manche Typen von O-Beinen nicht spontan gerade richten. Als Beispiel dafür führt er Kinder an, die Abknickungen der Tibia aufweisen.

KRAUSS jr. zitiert in seiner Arbeit neben VEITS ausführlich KAMPS, dem er, ebenso wie später GAUGELE und HOHMANN, ganz unbefriedigende Ergebnisse spontaner Heilungen rachitischer Unterschenkelverkrümmungen bescheinigt. HOHMANN (1922, 1961) hat zwar Spontanheilungen auch beim crus varum beobachtet, allerdings nur, wenn es einen gleichmäßig geschwungenen Bogen und keine Knickungen aufweist.

Seiner Meinung nach kommt es bei den sogenannten "Spontanheilungen" außerdem sehr selten zu vollkommener Beseitigung einer Deformität, es bleiben vielmehr Restdeformitäten zurück und deshalb sieht er, wie vor ihm schon KRAUSS jr. (1910), eine aktive Therapie als Methode der Wahl an. Seit dieser Zeit ist der Wert therapeutischen Eingreifens unbestritten (GAUGELE 1922, STOFFEL 1922, F.LANGE 1932).

Die zweite Frage betrifft den Zeitpunkt des Therapiebeginns. Sie ist eng mit der dritten Frage gekoppelt, die sich mit den Behandlungsarten beschäftigt, weil diese sich mit zunehmendem Alter des Kindes ändern. Einen genauen Zeitplan zur Behandlung von O-Beinen hat F.LANGE (1922) aufgestellt. Seiner Meinung nach kann man auch ausgeprägten Formen im Säuglingsalter wegen der physiologischen Rückbildungstendenz abwartend gegenübertreten. Es empfiehlt sich lediglich eine Massage der Mm. peronei, die die Mutter nach Anleitung selbst ausführen kann. Wiederholte Umrißzeichnungen halten Ausmaß und Entwicklung der Fehlform fest. Bei nachweislicher Verschlechterung des Zustandes werden die Beine mehrmals täglich für 20 - 30 Minuten über ein Kissen gewickelt. Im zweiten Lebensjahr wird das Kind öfter am Tage auf einem Liegebrett gelagert, das eine Korrektur der Beinform ermöglicht. Eventuell wird auch schon in diesem Alter die Infraktion erwogen, die, mit anschließendem Gipsverband, im dritten Lebensjahr von ihm als Methode der Wahl angesehen wird. Ab viertem bzw. fünftem Lebensjahr ist die Osteotomie angezeigt. Diese Möglichkeiten der Behandlung in Abhängigkeit vom Alter des Kindes schlagen auch M.LANGE (1937, 1965) und HOHMANN (1961) vor.

GAUGELE, BERNBECK und MATZEN treten ebenfalls für zunächst konservative Maßnahmen ein. Sowohl GAUGELE als auch HOHMANN wenden jedoch bei noch florider Rachitis die operative Geraderichtung auch schon an, und zwar bei hochgradigen Formen und denen mit winkeligen Knickungen. HOHMANN hält ebenso wie STOFFEL i.G. zu GAUGELE diesen Zeitpunkt nicht für den günstigsten. Er ist vielmehr der

Meinung, daß die besten Ergebnisse dann erzielt werden, wenn das floride Stadium zwar vorbei, aber die Sklerose noch nicht eingetreten ist.

In der Reihenfolge operativen Vorgehens steht die Osteoklase vor der Osteotomie (GAUGELE, HOHMANN, F.LANGE, M.LANGE, STALMANN, BRANDES). Sie hat den Vorteil, ein kleinerer und deshalb für das Kind weniger belastender Eingriff zu sein und kann - besonders seit Einführung der Bohrosteoklasie durch BRANDES - auch noch bei bereits hart gewordenen Knochen erfolgreich angewandt werden. Die Therapieerfolge, die STALMANN anhand von Photographien dokumentiert, sind allerdings nicht in allen Fällen überzeugend.

STOFFEL, SPITZY und PAVLIC befürworten die Osteotomie. Die beiden Erstgenannten ziehen sie der Osteoklase vor, weil sie danach vermehrt Pseudarthrosenbildung beobachtet haben. PAVLIC verwendet die Keilosteotomie, die SPITZY als übertrieben ablehnt. MILCH führt zwei Fälle an, von denen einer mittels Osteotomie, der andere mittels Osteoklasie behandelt wurde. Beide weisen eine Überkorrektur auf, die u.U. einen nochmaligen Eingriff erforderlich machen.

Zur Vermeidung eines operativen Vorgehens, das erstens mit dem Operationsrisiko überhaupt belastet ist und zweitens auch nicht in allen Fällen Erfolg verspricht, wurde von jeher eine Verbesserung der konservativen Behandlungsmethoden angestrebt. Das Problem dabei ist, daß Korrekturen im floriden Stadium zwar relativ leicht zu erzielen sind, die Kinder aber meistens erst zur Behandlung kommen, wenn sich die Fehlformen des Knochens bereits fixiert haben, weil die Erkrankung das Stadium der Sklerose erreicht hat. An der Härte des Knochens scheitern die konservativen Maßnahmen weitgehend. Es wurden daher Wege gesucht. die Weichheit des Knochens künstlich wiederherzustellen.

RABL (1924, 1927) hat dies mittels eines Verfahrens erreicht, bei dem durch orale Gaben von Ammoniumchlorid und

Staubinden an der verkrümmten Extremität eine lokale Azidose hervorgerufen wird, aufgrund derer es zur Kalklösung und damit zur Knochenerweichung kommt. Gleichzeitig sollen die Kinder möglichst in abgedunkelten Räumen untergebracht werden und auf keinen Fall Vigantol erhalten, um damit nicht im Gegensinn der Methode zu wirken. Er beschreibt damit Korrekturerfolge bei Kindern bis zu 4 Jahren, wobei er die Anwendung bei O-Beinen für besonders effektvoll hält. In der von BREMM 1963 aufgestellten Indikationstabelle für das RABL'sche Knochenerweichungsverfahren steht denn auch das rachitische O-Bein, und dabei besonders die kurzbogigen supramalleolären Krümmungen, an erster Stelle. Der Autor berichtet von guten Ergebnissen, die er in drei Jahrzehnten gesehen hat.

Bereits 1924, als RABL erstmalig auf der 48.Tagung der deutschen Gesellschaft für Chirurgie seine Methode vortrug, erntete er heftige Kritik. KÜHL nannte die medikamentöse Erweichung eine "wissenschaftliche Spitzfindigkeit" und lehnte den Vorschlag, rachitiskranke Kinder wochenlang in dunklen Zimmern zu halten, als "unärztlich" ab. Er vertritt die Ansicht, daß wochenlange Gipsverbände allein dasselbe Resultat liefern. Diese Art der Knochenerweichung hatte ANZOLETTI bereits 1910 zur Behandlung der rachitischen Extremitätenverkrümmungen bei älteren Kindern und Halbwüchsigen vorgeschlagen. Die Korrekturstelle darf hierbei allerdings ausschließlich in den diaphysären Abschnitt des Knochens fallen. SPITZY (1930) wendet sich gegen beide Verfahren, weil "wir hier im Sinne der Erkrankung wirken". Auch STOFFEL hatte sich ähnlich ablehnend geäußert.

Im Streit um das Für und Wider konservativer Behandlungsmethoden verdient eine Arbeit, die schon 1910 erschienen ist, besondere Aufmerksamkeit. KRAUSS jr. schreibt über seine Erfahrungen mit Schienengipsverbänden, die er im Stadium der floriden Rachitis verwendete. Diese Therapie ist bis zum Alter von 4 Jahren beim rachitischen O-Bein mit Erfolg angewandt worden. Der Autor stellt seine Er-

gebnisse denen einer Gruppe unbehandelter Kinder gegenüber und kommt zu folgendem Resultat:

Tabelle 3 Die Therapieerfolge von KRAUSS jr.

	Schiene	Natur
Heilungen	60 %	0 %
Heilungen und Besserungen	81 %	6 %

Wenn der Schienengipsverband zur Korrektur nicht ausreicht, empfiehlt er die Osteotomie.

Es ist nicht zu bestreiten, daß ein therapeutischer Erfolg des Schienengipsverbandes oder des in dieser Arbeit zur Anwendung gekommenen Redressionsgipsverbandes auch durch die Inaktivitätsatrophie des Knochens erreicht wird, deren Erzeugung SPITZY Anlaß zu solch scharfer Kritik gab. Jedoch im Hinblick darauf, daß auch operatives Vorgehen nicht immer den gewünschten Heilungserfolg bringt und somit nicht unbedingt als Patentlösung für die Korrektur von Achsenabweichungen der unteren Extremitäten angesehen werden kann, ist der Wert der konservativen Therapie - nicht zuletzt im Sinne der "nil nocere" - nicht von der Hand zu weisen.

Zur Prüfung der Aussagekraft von Ergebnissen der eigenen Untersuchung ist es nötig, die 6 zur Anwendung gekommenen Winkel in zwei Gruppen einzuteilen, nämlich in eine Gruppe, deren Werte in Abhängigkeit vom Alter der Kinder betrachtet werden müssen, und eine, deren numerischer Wert nur durch die Fehlform bedingt und vom Alter unabhängig ist.

Zur ersten Gruppe zählen

a) der Femur - Tibia - Epiphysenlinienwinkel
b) die laterale Seitenneigung der Tibia

zur zweiten

c) der Tibiaschaftwinkel
d) der Sprunggelenksneigungswinkel

e) der Tibia - Abknickungswinkel
f) der Grad der Antekurvation.

Diese Einteilung ergibt sich aus den in der Methodik geschilderten Überlegungen.

Ad a)

Die Verhältnisse sind in Tabelle 4 dargestellt. Die Zuordnung zu den drei möglichen Beinformen wurde unter Verwendung der Epiphysenlinienwinkel gemäß Abbildung 1 nach v.LANZ & WACHSMUTH vorgenommen.

Es fällt auf, daß bei Therapiebeginn von 43 Kindern nur 7 ein außerhalb der physiologischen Grenzen stehendes genu varum aufwiesen. Sie hatten alle die übliche Vigantol-Prophylaxe erhalten und kamen aus allen drei Gruppen der Tibiaverformung. Nur bei einem Kind wurde dieser Befund auch noch bei Behandlungsende erhoben; zur Nachuntersuchung hatte sich die Stellung im Kniegelenk jedoch ebenfalls normalisiert. Bei 41,9 % der Kinder konnte eine normale Kniegelenksstellung bereits bei Therapiebeginn festgestellt werden. Dies schien von der Vigantol-Prophylaxe und der Tibiaform weitgehend unabhängig zu sein. Ebenso stark war der Anteil der Kinder aus allen drei Gruppen der Tibiaverformung, die im Kniegelenk eine Tendenz der Valgität aufwiesen. (Dabei waren hier die Kinder ohne genügende Vitamin-D-Dosis prozentual stärker vertreten.) Diese Beobachtung hatte bereits KRAUSS jr. gemacht: Er beschreibt das gleichzeitige Vorkommen von crus varum und genu valgum als häufig.

Bei Therapieabschluß war diese Tendenz geringer geworden. (26,3 %) Den Löwenanteil bestreiten allerdings die Kinder mit ausreichender Vigantol-Prophylaxe, von denen nur noch 5 (= 4,2 %) einen solchen Befund boten. Jedoch gehörte gerade zu ihnen das Kind, das als einziges seine Valgität im Kniegelenk auch bei der Nachuntersuchung behalten hatte, während alle anderen Patienten eine altersgemäße Stellung zeigten. Dieser Befund ließ sich auch klinisch feststellen.

Tabelle 4

Die Ergebnisse des Femur - Tibia - Epiphysenlinienwinkels unter Berücksichtigung der altersentsprechenden Werte.

1) Tabellarische Erfassung aller Kinder gemeinsam

	Therapiebeginn	Therapieabschluß	Nachuntersuchung
Fallanzahl	n = 43	n = 38	n = 30
altersentsprechend	18 (41,9 %)	27 (71,1 %)	29 (96,6 %)
verstärktes O-Bein	7 (16,2 %)	1 (2,6 %)	0
Tendenz zum X-Bein	18 (41,9 %)	10 (26,3 %)	1 (3,4 %)

2) Gruppe mit Vitamin-D-Prophylaxe	n = 28	n = 24	n = 20
altersentsprechend	11 (39,3 %)	18 (75,0 %)	19 (95,0 %)
verstärktes O-Bein	7 (25,0 %)	1 (4,2 %)	0
Tendenz zum X-Bein	10 (35,7 %)	5 (20,8 %)	1 (5,0 %)

3) Gruppe ohne Vitamin-D-Prophylaxe	n = 15	n = 14	n = 10
altersentsprechend	7 (46,6 %)	9 (64,3 %)	10 (100 %)
verstärktes O-Bein	0	0	0
Tendenz zum X-Bein	8 (53,4 %)	5 (35,7 %)	0

Aus diesen Ergebnissen geht hervor, daß über die Hälfte der Kinder (= 58,1 %) bei Therapiebeginn eine Fehlstellung im Kniegelenk hatte, die sich durch die Behandlung sehr günstig beeinflussen ließ.

Ad b)

Die Beurteilung der altersentsprechenden Torsionsverhältnisse aus dem Grad der lateralen Seitenneigung wurde mit Hilfe der von BÖHM dafür ermittelten Zahlen vorgenommen. Für Neugeborene gibt er 76° an, für Erwachsene im Mittel 93°. Den Erwachsenenwert erreicht ein Kind bereits im 6.Lebensjahr (LE DAMANY).

Es ist anzumerken, daß die Kinder, deren Torsionsverhältnisse bei dieser Untersuchung auffällig erschienen waren, bis auf eines mit Schwingungsmaximum im medialen Drittel der Tibia alle aus der Gruppe mit Abknickung der Tibia im distalen Drittel stammten. Dies stimmt mit den Beobachtungen von ABERLE überein.

In Tabelle 5 ist dargelegt, daß nur 6 Kinder nach diesen Zahlen bei Therapiebeginn eine vermehrte Innentorsion hatten; davon gehörten 2 der Gruppe mit ausreichender Vigantol-Prophylaxe an. Bei Therapieabschluß wiesen davon 4 Kinder immer noch diese Fehlform auf (2 Kinder mit genügend Vigantol, 2 ohne genügende Gaben); zwei hatten inzwischen altersentsprechende Werte. Zwei weitere Kinder, deren Torsionsgrade bei Therapieanfang dem Alter gemäß gewesen waren, hatten sich nicht entsprechend weiterentwickelt und mußten deshalb der Rubrik "vermehrte Innentorsion" zugeordnet werden. Diese verzögerte Detorsion hatte sich bis zur Nachuntersuchung allerdings ausgeglichen. Zu diesem Zeitpunkt wurden von den 4 Kindern, die vom Anfang der Behandlung an vermehrte Innentorsion gehabt hatten, nur zwei wiedergesehen, die beide nunmehr für ihr Alter normale Torsionsverhältnisse erkennen ließen. Eine Verschlechterung war bei 2 Kindern aus der Vigantol-Gruppe eingetreten, die zu den anderen Terminen unauffällig erschienen waren. Es fällt auf, daß dieses ne-

Tabelle 5

Die Torsionsverhältnisse in Abhängigkeit des Alters

1) Tabellarische Erfassung aller Kinder gemeinsam

	Therapiebeginn	Therapieabschluß	Nachuntersuchung
Fallanzahl	n = 43	n = 38	n = 30
verminderte Torsion (=Innentorsion)	6 (14,0 %)	6 (15,8 %)	2 (6,7 %)*
altersentsprechende Torsion	37 (86,0 %)	32 (84,2 %)	28 (93,3 %)

2) Gruppe mit Vitamin-D-Prophylaxe

Fallanzahl	n = 28	n = 24	n = 20
verminderte Torsion (=Innentorsion)	2 (7,2 %)	2 (8,3 %)	2 (10,0 %)
altersentsprechende Torsion	26 (92,8 %)	22 (91,7 %)	18 (90,0 %)

3) Gruppe ohne Vitamin-D-Prophylaxe

Fallanzahl	n = 15	n = 14	n = 10
verminderte Torsion (=Innentorsion)	4 (26,7 %)	4 (28,6 %)	0
altersentsprechende Torsion	11 (73,3 %)	10 (71,4 %)	10 (100 %)

*) klinisch unauffällig

gative Ergebnis nicht mit der Klinik übereinstimmt - vom klinischen Standpunkt aus waren auch diese beiden Kinder unauffällig. BÖHM weist jedoch selbst darauf hin, daß die Normalwerte in seiner Methode stark streuen und deshalb nur als grobe Richtlinien gelten können. Wird die obige Diskrepanz unter diesem Aspekt betrachtet, so ist dem klinischen Ergebnis der Vorrang zu geben.

Insgesamt war der bei crura vara rachitica sonst so häufige Befund vermehrter Innentorsion (siehe Einleitung) in der vorliegenden Arbeit nur in den wenigsten Fällen zu sehen. Bei der Nachuntersuchung hatten sich selbst diese ausgeglichen.

Ad c)

Der Tibia - Schaftwinkel ist, wie bereits oben ausgeführt, vom Alter unabhängig.

Zu Behandlungsbeginn war die Abweichung von 90^{o} in der Gruppe mit Schwingungsmaximum im proximalen Drittel der Tibia zahlenmäßig am größten (siehe oben). Folgerichtig zeigte die Gruppe mit Abknickung im distalen Drittel die niedrigsten Werte. Die Fehlform hatte sich bereits bei Therapieende unabhängig von der Vigantolgabe mit 1 %iger Signifikanz gebessert. Aus Tabelle 6 geht hervor, daß sich bis zu diesem Zeitpunkt nur ein Kind (ohne Vigantol) verschlechtert hatte und eines (mit Vigantol) bereits überkorrigiert war.

Während die Verschlechterung sich bis zur Nachuntersuchung ausgeglichen hatte, so daß dieses Kind der Gruppe "geheilt" zugeordnet werden konnte, blieb die Überkorrektur bestehen. Ebenfalls überkorrigiert waren 4 weitere Kinder, die bei Therapieende gebessert erschienen waren. Drei davon hatten ausreichend Vigantol erhalten. In einem dieser Fälle zeigte auch der Femur-Tibia-Epiphysenlinienwinkel eine Tendenz zur Valgität. Alle 5 Kinder ließen auch klinisch diesen Befund erkennen; dadurch wird die Aussage erhärtet, daß sich bei diesen Patienten im Anschluß an die Therapie ein X-Bein entwickelt hatte.

Tabelle 6

Die Entwicklung des Tibiaschaft-Winkels in dem beobachteten Zeitraum

1) Tabellarische Erfassung aller Kinder gemeinsam

	Therapieabschluß	Nachuntersuchung
Fallanzahl	n = 38	n = 30
gebessert	33 (86,9 %)	1 (3,3 %)
geheilt	3 (7,9 %)	24 (80,0 %)
überkorrigiert	1 (2,6 %)	5 (16,7 %)
verschlechtert	1 (2,6 %)	0

2) Gruppe mit Vigantol-Prophylaxe

Fallanzahl	n = 24	n = 20
gebessert	22 (91,6 %)	0
geheilt	1 (4,2 %)	16 (80,0 %)
überkorrigiert	1 (4,2 %)	4 (20,0 %)
verschlechtert	0	0

3) Gruppe ohne Vigantol-Prophylaxe

Fallanzahl	n = 14	n = 10
gebessert	11 (78,6 %)	1 (10,0 %)
geheilt	2 (14,3 %)	8 (80,0 %)
überkorrigiert	o	1 (10,0 %)
verschlechtert	1 (7,1 %)	0

Ein weiterer Fall war nicht vollständig korrigiert worden, sondern wies auch bei der Nachuntersuchung noch ein crus varum auf, welches sich auch in den weiter unten beschriebenen Winkeln und im klinischen Bild manifestierte. Das Kind hatte nur eine ungenügende Vigantol-Prophylaxe gehabt.

Es muß noch darauf hingewiesen werden, daß unter den 6 nicht zur Ausheilung gebrachten Kindern diejenigen stärker vertreten waren, die eine Abknickung der Tibia im distalen Drittel aufgewiesen hatten. Sie neigten besonders zur Überkorrektur, während das persistierende crus varum in allen drei Gruppen gleichmäßig verteilt zu finden war.

Bei 80 % der Kinder konnten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung hinsichtlich des Tibiaschaft-Winkels physiologische Verhältnisse festgestellt werden.

Ad d)

Der Sprunggelenkneigungswinkel war im Verlauf der Untersuchung dadurch gekennzeichnet, daß er zum Therapieende für alle Gruppen einheitlich das Bild der Besserung bot (Tabelle 7). Es gab weder frühzeitige Heilungen, noch Verschlechterungen. Bis zur Nachuntersuchung hatte sich der Befund für 27 Kinder so günstig weiterentwickelt, daß bei ihnen eine Heilung der ehemaligen Fehlform registriert werden konnte. Nur 3 Kinder wiesen weiter lediglich eine deutliche Besserung auf. Ein Kind darunter hatte auch noch einen im O-Sinne veränderten Tibiaschaft-Winkel.

Somit war hinsichtlich der Fehlstellung im unteren Sprunggelenk die Therapie für 90 % der Patienten erfolgreich, wobei sich ein Unterschied durch vorangegangene Vigantolgaben nicht ermitteln ließ.

Ad e)

Die pathologische Abknickung der Tibia war, wie aus Tabelle 8 ersichtlich, therapeutisch ebenfalls gut zu beeinflussen. Nur zwei Kinder mit Abknickung der Tibia im distalen und zwei mit Schwingungsmaximum im medialen Drittel

Tabelle 7

Die Entwicklung des Sprunggelenkneigungswinkels in dem beobachteten Zeitraum

1) Tabellarische Erfassung aller Kinder gemeinsam

	Therapieabschluß	Nachuntersuchung
Fallanzahl	n = 38	n = 30
gebessert	38 (100 %)	3 (10,0 %)
geheilt	0	27 (90,0 %)

2) Gruppe mit Vitamin-D-Prophylaxe

Fallanzahl	n = 24	n = 20
gebessert	24 (100 %)	2 (10,0 %)
geheilt	0	18 (90,0 %)

3) Gruppe ohne Vitamin-D-Prophylaxe

Fallanzahl	n = 14	n = 10
gebessert	14 (100 %)	1 (10,0 %)
geheilt	0	9 (90,0 %)

Tabelle 8

Die Entwicklung des Tibia-Abknickungswinkels in dem beobachteten Zeitraum

Tabellarische Erfassung aller Kinder gemeinsam

	Therapieabschluß	Nachuntersuchung
Fallanzahl	n = 28	n = 23
gebessert	18 (64,3 %)	4 (17,4 %)
geheilt	10 (35,7 %)	19 (82,6 %)

Auf einen Vergleich von Kindern mit und ohne Vigantol-Prophylaxe mußte aus Verteilungsgründen verzichtet werden.

Tabelle 9

Die Entwicklung der Antekurvation in dem beobachteten Zeitraum

Tabellarische Erfassung aller Kinder gemeinsam

	Therapieabschluß	Nachuntersuchung
Fallanzahl	n = 8	n = 8
gebessert	8 (100 %)	2 (25,0 %)
geheilt	0	6 (75,0 %)

Auf einen Vergleich von Kindern mit und ohne Vigantol-Prophylaxe mußte wiederum aus Gründen der Verteilung verzichtet werden.

zeigten bei der Nachuntersuchung zwar eine Besserung des Befundes gegenüber dem Therapieende, hatten die Fehlform im Prinzip aber behalten. Da es sich hierbei ausschließlich um Kinder mit ausreichender Vigantol-Prophylaxe handelte, liegt der Verdacht nahe, daß die Fehlform erst im Stadium der Sklerose zur Behandlung gekommen war. Drei der Kinder gehörten zu den Fällen, die bereits bei der Besprechung der anderen Winkel auffällig erschienen waren. Eines davon wies nämlich auch in den Werten des Tibiaschaft- und zwei in denen des Sprunggelenks-Neigungswinkels ein persistierendes crus varum auf; das vierte hatte zu seinem verbliebenen crus varum außerdem ein genu valgum entwickelt. Diese Befunde erfuhren durch das klinische Bild eine volle Bestätigung. 19 der 23 nachuntersuchten Kinder aus diesen beiden Gruppen (= 82,6 %) hatten diese Komponente des crus varum rachiticum völlig verloren. (Siehe auch Falldemonstrationen im Anschluß an die Ergebnisse.)

Ad f)

Während zur Zeit der Geburt eine deutliche Reposition und Retroversion des Tibiakopfes physiologisch ist (siehe Einleitung), gelten Verbiegungen der medialen und distalen Tibia in sagittaler Richtung als pathologisch. EXNER erhebt die Antekurvation zu einem differentialdiagnostisch wichtigen Symptom bei der Unterscheidung eines crus varum rachiticum von einem crus varum congenitum. Nur bei Letzterem tritt sie seiner Ansicht nach auf. In der vorliegenden Arbeit zeigten jedoch auch 8 Kinder mit rachitischen O-Beinen diese Fehlform. Fünf gehörten der Gruppe mit Abknickung der Tibia im distalen Drittel, drei der Gruppe mit Schwingungsmaximum im medialen Drittel an. Nur zwei Kinder der ersten Gruppe hatten kein ausreichendes Angebot an Vitamin D gehabt. Bis zum Therapieende war der Befund in allen Fällen gebessert, bei der Nachuntersuchung konnte er bei 6 Kindern nicht mehr erhoben werden. In den restlichen zwei Fällen war ein Therapieerfolg insgesamt nicht eingetreten, denn

der eine Kasus wies ein persistierendes crus varum auf, der andere bot das Bild eines überkorrigierten X-Beines.

Wegen der besseren Übersicht sollen die Tendenzen der Winkel und damit die Beeinflussung der rachitischen Beinformen bei Therapieende und bei der Nachuntersuchung nochmals gemeinsam tabellarisch erfaßt werden:

Tabelle 10

Tendenzen der Winkel bei Therapieende

	1)	2)	3)	4)	5)	6)
überwiegend gebessert	x		x	x	x	x
" Ausgleich		x				
" X-Bein						

1) = Femur-Tibia-Epiphysenlinienwinkel
2) = Grad der lateralen Seitenneigung
3) = Tibia-Schaftwinkel
4) = Sprunggelenksneigungswinkel
5) = Tibia-Abknickungswinkel
6) = Grad der Antekurvation

Tabelle 11

Tendenzen der Winkel bei der Nachuntersuchung

	1)	2)	3)	4)	5)	6)
überwiegend gebessert						
" Ausgleich	x	x	x	x	x	x
" X-Bein						

Dieses Bild zeigt sich sowohl für Kinder mit, als auch für Kinder ohne genügende Vigantol-Prophylaxe.

Auffällig sind in den Tabellen die Torsionsverhältnisse, die sich bereits bei Therapieende weitgehend normalisiert hatten. Im Hinblick auf die geringe Ausprägung vermehrter Innentorsion bei den hier untersuchten Kindern ist dieses Ergebnis jedoch nicht verwunderlich.

Alle anderen Winkel zeigten bei Therapieabschluß weitgehend eine Befundbesserung, die aus der statistischen Berechnung ohne Altersberücksichtigung beim Femur-Tibia-Epiphysenlinienwinkel vorher nicht ersichtlich gewesen war. Im Falle des Grades der lateralen Seitenneigung (Torsionsbeschreibung) war das oben geschilderte Ergebnis ohne diese Berücksichtigung ebenfalls nicht zutage getreten. Hier wird deutlich, wie wichtig dieser Punkt für die Interpretation der gewonnenen Daten ist.

Weiterhin ist hervorzuheben, daß zum Zeitpunkt der Beendigung der Therapie die Tendenz der Besserung die der Heilung bei weitem überwog. Hier war durch die Behandlung ein Prozeß in Gang gesetzt worden, der eine kompensatorische Veränderung der pathologisch verformten Extremität in der nachfolgenden Wachstumsperiode zum Normalbein hin gestatten sollte (s.a. HUTTER & SCOTT). Die Richtigkeit dieser Absicht konnte bei der Nachuntersuchung in großem Umfang bestätigt werden.

1) Von den 30 nachuntersuchten Kindern boten 21 ein altersentsprechend normales Bild, so daß von 70 % Heilungen gesprochen werden kann.

2) Reine crura vara waren noch bei 4 Kindern vorhanden, wobei jede Gruppe der drei Tibiaformen im Anfangsbefund vertreten war. Auch sie erschienen gegenüber dem Anfangsbefund stark gebessert.

3) Bei 4 Kindern - alle ursprünglich mit Abknickung der Tibia im distalen Drittel - hatte sich die Varusschwingung des Unterschenkels zwar ebenfalls korrigieren lassen, es hatte sich jedoch im Sinne einer Überkorrektur ein leichtes crus bzw. genu valgum eingestellt. In dieser Gruppe befand sich auch eines der 2 Kinder, die bei Therapiebeginn wegen der starken Abknickung der Tibia im distalen Drittel mit gleichzeitiger Abweichung des oberen Drittels im Valgus-Sinne aufgefallen war. Es hatte, wie insgesamt 7 von 9 als

nicht geheilt zu betrachtenden Patienten, vor der Behandlung ausreichend Vigantol erhalten.

4) Ein weiteres Kind, dessen Schwingungsmaximum der Tibia im medialen Drittel gelegen hatte, zeigte diese Abweichung, wenn auch vermindert, immer noch und wies gleichzeitig ein genu valgum auf.

Unter den nicht geheilten bzw. nur gebesserten Fällen überwiegen Kinder mit Vigantol-Prophylaxe. Ebenso fällt auf, daß eine Überkorrektur am häufigsten bei Kindern aus der Gruppe mit distaler Tibiaabknickung auftrat, während die anderen nicht zur Ausheilung gekommenen Fälle auch in den anderen Gruppen zu finden waren.

Dies erklärt sich daraus, daß, wie oben besprochen, crura vara mit distaler Abknickung einer Therapie ebenfalls am schwersten zugänglich sind. Eine besondere Kontrolle der Kinder mit dieser Anamnese ist deshalb bei Anwendung dieses Therapieverfahrens besonders wichtig.

Obwohl 7 Kinder mit ausreichender Vigantol-Prophylaxe 2 Kindern ohne eine solche gegenüberstehen, ist es wegen der ungleichen anfänglichen Verteilung der beiden Gruppen und der geringen Anzahl bei der Nachuntersuchung sicher nicht berechtigt, hierüber eine grundsätzliche Aussage zu machen.

Insgesamt liefert die vorliegende Untersuchung folgendes Resultat:

Tabelle 12

1)	Heilungen	70 %	(= 21 Kinder)
2)	Besserungen	13,3 %	(= 4 Kinder)
3)	Überkorrektur	13,3 %	(= 4 Kinder)
4)	gemischte Form aus 2 und 3	3,4 %	(= 1 Kind)

Die Ergebnisse sind bezüglich der Heilungen um 10 % besser als die von KRAUSS jr. nach Behandlung mit Schienengipsverbänden. Die Heilungen und Besserungen zusammen liegen

ungefähr in demselben Bereich (KRAUSS jr.: 81 %; hier: 83,3 %). Im Zusammenhang mit den weiter oben geschilderten, nicht durchweg befriedigenden Ergebnissen der operativen Therapie erlauben sie die Aussage, daß auch das konservative Verfahren mit Redressionsgipsverbänden bei crura vara rachitica erfolgreich angewandt werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Entwicklung rachitischer crura vara von 43 Kindern, die in der Zeit von 1962 - 1968 in der orthopädisch-chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Britz mit Redressionsverbänden behandelt worden waren, wurde anhand von Röntgenaufnahmen und klinischen Befunden untersucht. Mit Hilfe von 6 Winkeln, die sich aus den Röntgenbildern ermitteln ließen, konnte das Ausmaß der Fehlform bestimmt und der Therapieerfolg am Ende der Behandlung und anläßlich einer Nachuntersuchung kontrolliert werden.

Es ergab sich folgendes Bild:

1) Bei der stationären Aufnahme zeigten Kinder ohne ausreichende Vigantol-Prophylaxe erwartungsgemäß schwerere Krankheitserscheinungen als Kinder, die die übliche Vitamin-D-Dosis erhalten hatten. Von den 9 Kindern, die bei der Nachuntersuchung nicht geheilt schienen, waren jedoch nur zwei, die ohne genügende Vitamin-D -Gaben zur Therapie gekommen waren. Wegen der anfänglich ungleichen Verteilung der beiden Gruppen und der geringen Anzahl bei der Nachuntersuchung wurde jedoch von einer grundsätzlichen Aussage hierüber Abstand genommen.

2) Die Effektivität der Behandlung war davon unabhängig, ob es sich um Tibien handelte, die das Maximum ihrer Schwingung im medialen Drittel oder in der Tibiakopfregion hatten. Für Tibien mit anfänglichem Knick im distalen Drittel bestand dagegen eine vermehrte Neigung zur Überkorrektur. Dies müßte bei späterer Anwendung des Verfahrens besonders berücksichtigt werden.

3) Bei der Beendigung der Therapie überwog die Zahl der Besserungen die Zahl der Heilungen. Die Fehlform hatte bis zu diesem Zeitpunkt durch die Behandlung keine totale Korrektur erfahren; es war vielmehr ein Prozeß zur Weiterentwicklung auf ein physiologisches Bein hin in Gang gebracht worden.

4) Von den 30 nachuntersuchten Kindern waren 70 % geheilt und 13,3 % gebessert. Bei ebenfalls 13,3 % bestand eine Überkorrektur, die bei einem weiteren Kind als Mischform mit persistierenden crura vara auftrat.

Das Ergebnis erlaubt, die Behandlung von crura vara rachitica mit Redressionsgipsverbänden als erfolgversprechend zu bezeichnen.

LITERATURVERZEICHNIS

1. ABERLE, W. — Die Torsion des distalen Tibiaendes. Arch.orthop.Unfallchir.34 (1934), 56-78

2. ABERLE-HORSTENEGG, W. — Tibia vara. Z.Orthop.87 (1956), 414-419

3. ALTMANN, F. — Untersuchungen über die Torsio femoris und damit in Zusammenhang stehende Fragen. Z.Anat.Entwickl.-Gesch.75 (1925), 82-126

4. ANZOLETTI — Einfaches Verfahren zur Behandlung der rachitischen Extremitätenverkrümmungen bei älteren Kindern und Halbwüchsigen. Zbl.Chir.mechan.Orthop.3, 11, 489, zit. bei PFEIFFER, Z.orthop.Chir.26 (1910), 462

5. BERGMANN, G.A. — Die Bedeutung der Innendrehung der Unterschenkel für die Entwicklung des Senk-Knickfußes mit der Angabe einer Meßmethode der Unterschenkeltorsion und Mitteilung von Meßergebnissen. Z.Orthop.96 (1962), 177-186

6. BERNBECK, R. — Kinderorthopädie. Thieme-Verlag, Stuttgart 1954

7. BLOUNT, W.P. — Tibia vara. Osteochondrosis deformans tibiae. J.Bone Jt Surg.19 (1937), 1-29

8. BÖHM, M. — Genu varum und valgum infantum. Z.orthop.Chir.49 (1928), 321-368

9. BÖHM, M. — Entstehung der kindlichen Beindeformitäten (X- und O-Beine). Z.orthop.Chir.53 (1931), 377-417

10. BÖHM, M. — Die Disposition zu jugendlichen Deformitäten. Z.orthop.Chir.59 (1933), 182-209

11. BRAGARD, K. — Das Genu valgum. Enke-Verlag, Stuttgart 1932 (Beil.Heft Z.orthop.Chir.57)

12. BRAILSFORD, J.F. — The Radiology of Bones and Joints. J. & A. Churchill Ltd., London 1945

13. BRANDES, M. — Über Osteoklase nach vorheriger Bohrung des Knochens ("Bohrosteoklasie") Zbl.Chir.22 (1932), 1371-1377

14. BRANDT, G. — Die Torsion der unteren Extremitäten und ihre Bedeutung für die Deformitätenentstehung. Z.orthop.Chir.49 (1928), 481 ff.

15. BRAUS, H. — Die Entwicklung der Form der Extremitäten und des Extremitätenskeletts. In: HERTWIG, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. Verlag G. Fischer, Jena 1906

16. BREMM, K. — Über die Möglichkeiten der Anwendung des Rabl'schen Knochenerweichungsverfahrens. Z.Orthop.97 (1963), 196-204

17. CRAMER — Entstehung und Verhütung der rachitischen Verkrümmungen an Armen und Beinen. Verh.dtsch.orthop.Ges.16 (1922), 291 297

18. LE DAMANY, P. — La torsion du tibia normale, patologique et expérimentale. J.Anat.(Paris) 45 (1909), 598-615

19. DUNN, D.M. — Anteversion of neck of femur. J.Bone Jt Surg.34 B (1952), 181-186

20. DUPUIS, P.V. — La torsion tibiale. Masson, Paris, Lesoer, Liège 1951

21. EXNER, G. — Das sogenannte angeborene Crus varum und seine Behandlung. Münch.med.Wschr.92 (1950), 1195 ff.

22. FANCONI, G. et al. — Pathologie des Calcium- und Phosphatstoffwechsels und der Parathyreoideae. In: FANCONI und WALLGREN, Lehrbuch der Pädiatrie. Schwabe-Verlag, Basel-Stuttgart 1967

23. FICK, R. — Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke, 1.-3.Teil. Fischer-Verlag, Jena 1904-1911

24. GAUGELE — Wann sollen wir rachitische Verkrümmungen gerade richten? Arch.Orthop.20 (1922), 430-439

25. GAUGELE — Osteotomie oder Osteoklasie. Arch.Orthop.20 (1922), 440-444

26. GEIGY AG — Documenta Geigy. Wissenschaftliche Tabellen, 6.Auflage. Basel, Pharmazeutische Abteilung, 1960

27. GRUNEWALD, J. — Die Beziehung zwischen der Form und der Funktion der Tibia und Fibula des Menschen und einiger Menschenaffen. Z.orthop.Chir.35 (1916), 675-780

28. GRUNEWALD, J. — Über Torsionserscheinungen an langen Röhrenknochen des Menschen. Z.Morphol.Anthr.21 (1919-1921), 103-150

29. HÖVELS, O. — Die Vitamin-D-Mangelrachitis. Internist (Berl.) 3 (1962), 282-289

30. HÖVELS, O. — Stoffwechsel des Knochens. In: OPITZ-SCHMID, Handbuch der Kinderheilkunde, Bd.6. Springer-Verlag, Berlin 1967

31. HOHMANN, G. — Behandlung der rachitischen Verkrümmungen an Armen und Beinen. Verh.dtsch.orthop.Ges.16 (1922), 298-315

32. HOHMANN, G. — Zwei nach Form zusammengesetzte Plattfußskelette nebst einigen Bemerkungen über die Torsion des unteren Tibiaendes. Z.orthop.Chir.46 (1925), 19ff.

33. HOHMANN, G. — Fuß und Bein, ihre Erkrankungen und deren Behandlung. Bergmann-Verlag, München 1948

34. HOHMANN, G. — Das erworbene crus varum. In: Handbuch der Orthopädie, Bd.IV, Teil 2. Thieme-Verlag, Stuttgart 1961

35. HUTTER, C.G. und SCOTT, W. — Tibial Torsion. J.Bone Jt Surg.31A (1949), 511-518

36. IMHÄUSER, G. — Der kontrakte Fuß des Adoleszenten und seine Behandlungsergebnisse. Arch.orthop.Unfall-Chir.45 (1952-1953), 323-328

37. JANSEN, M. — Protokoll-Mitteilungen. Verh.dtsch.orthop.Ges.16 (1922), 235

38. JENTSCHURA, G. — Ursachen und Behandlung der fehlerhaften Unterschenkeltorsion. Verh.dtsch.orthop.Ges. 49.Kongress, Beil.Heft Z.Orthop.96 (1962), 205-208

39. KAMPS — Über spontane Geradstreckung der rachitischen Unterschenkelverkrümmungen. Bruns'Beitr.klin.Chir.14 zit. bei GAUGELE, Arch.Orthop. 20, (1922), 430-439

40. KÖHLER, A. und ZIMMER, E.A. — Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild des Skeletts. Thieme-Verlag, Stuttgart 1967

41. KRAUSS, G. jr. — Rachitis, rachitische Verkrümmungen der unteren Extremitäten und deren rationelle Behandlung mittels des Krauß'schen Schienengipsverbandes. Z.orthop.Chir.26 (1910), 193-355

42. KÜHL, W. — Aussprache zu RABL, C.R.H.: "Zurechtbiegung verkrümmter Knochen nach künstlicher Erweichung". Arch.klin.Chir.133 (1924), 216

43. KUMMER, B. — Bauprinzipien des Säugerskeletts. Thieme-Verlag, Stuttgart 1959

44. KUMMER, B. — Die Torsion der unteren Extremität, ihre Entstehung und funktionelle Bedeutung. Verh.dtsch.orthop.Ges. 49.Kongress, Beil.Heft Z.Orthop.96 (1962), 115-135

45. LANGE, F. — Das O-Bein. Münch.med.Wschr.79 (1932), 577-580

46. LANGE, M. — Bedeutung der frühkindlichen rachitischen Knochenveränderungen für das spätere Leben. Münch.med.Wschr.84 (1937), 2022-2030

47. LANGE, M. — Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie. Bd.I, 1960, Bd.II, 1965 Enke-Verlag, Stuttgart

48. LANGE, M. — Orthopädisch-chirurgische Operationslehre. Bergmann-Verlag, München 1962

49. LANZ, T. von — Die angeborene Hüftgelenksluxation. Verh.dtsch.orthop.Ges. 37.Kongress, Beil.Heft Z.Orthop.79 (1950), 7-40

50. LANZ, T. von und WACHSMUTH, W. — Praktische Anatomie, Bd.I, Teil 4. Springer-Verlag, Berlin 1938

51. LEHNERDT — Fortschritte der pathologisch-anatomischen Erkenntnis der Rachitis und verwandter Knochenkrankheiten. Verh.dtsch.orthop.Ges.16 (1922) 211-233

52. MATZEN, P.F. — Lehrbuch der Orthopädie, Bd.II. Verlag Volk und Gesundheit, Berlin 1967

53. MIKULICZ, J. von — Über individuelle Formdifferenzen am Femur und an der Tibia des Menschen. Arch.Anat. (1878), 351-404

54. MILCH, H. — Osteotomy of the Long Bones. Verlag Charles C. Thomas, Springfield, Illinois 1947

55. MITTENECKER, E. — Planung und statistische Auswertung von Experimenten. Verlag Franz Deuticke, Wien 1963

56. MÜLLER, E. — Das gesamtklinische Bild, Theorien der Ursachen und diätetische Behandlung der Rachitis. Verh.dtsch.orthop.Ges.16 (1922), 198-204

57. NACHLAS, W. — Medial Torsion of the Leg. Arch.Surg.28 (1934), 909-919

58. NIEDERECKER, K. — Der Plattfuß. Enke-Verlag, Stuttgart 1959

59. PAUWELS, F. — Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1965

60. PAVLIC, A. — Die operative Behandlung der statischen Plattfüße schweren Grades. Z.Orthop.69 (1939), 439-445

61. PREUSCHOFT, H. — Muskeln und Gelenke der Hinterextremität des Gorillas. Morph.Jb. 101 (1961), 432-540

62. RABL, C.R.H. — Zurechtbiegen verkrümmter Knochen nach künstlicher Erweichung. Arch.klin.Chir.133 (1924), 211-215

63. RABL, C.R.H. — Zurechtbiegen kindlicher Knochenverkrümmungen nach Erweichung durch lokale Azidose. Jb.Kinderheilk.116 (1927), 63-76

64. RIPPSTEIN, J. Zur Bestimmung der Antetorsion des Schenkelhalses mittels zweier Röntgenbilder. Z.Orthop.86 (1955), 345-360

65. ROSEN, H. und SANDICK, H. The measurement of tibiofibular torsion. J.Bone Jt Surg. 37A (1955), 847-855

66. RUCKENSTEINER, E. Die normale Entwicklung des Knochensystems im Röntgenbild. Radiologische Praktika 15, Thieme-Verlag, Leipzig 1931

67. RÜTT, A. Die Torsion des distalen Femurendes und ihre röntgenologische Erfassung. Verh.dtsch.orthop.Ges. 49.Kongress, Beil.Heft Z.Orthop.96 (1962), 149-154

68. SCHANZ, A. Über Ätiologie der Belastungsdeformitäten. Z.orthop.Chir.10 (1902), 142-154

69. SCHANZ, A. Die Bildungsgesetze statischer Deformitäten. Z.orthop.Chir.11 (1903), 77-96

70. SCHEDE, F. Betrachtungen zur Mechanik des O-Beins. Arch.Orthop.21 (1923), 411-416

71. SCHEDE, F. Bemerkungen zu der Arbeit von BERGMANN: "Die Bedeutung der Innendrehung der Unterschenkel für die Entwicklung des Knick-Senkfußes mit der Angabe einer Meßmethode der Unterschenkeltorsion und Mitteilung von Meßergebnissen". Z.Orthop.97 (1963), 124-126

72. SCHWETLICK, W. Eine Methode zur Bestimmung des Schenkelhalsneigungs- und Antetorsionswinkels durch die Röntgenkinematographie. Z.Orthop.104 (1968), 288-291

73. SONNENSCHEIN, A. Zur Torsion des Unterschenkels als Ursache einer seltenen Deformität. Z.Orthop.81 (1952), 593-600

74. SPITZY, H. und LANGE, F.
Orthopädie im Kindesalter. In: v.PFAUNDLER und SCHLOSSMANN, Handbuch der Kinderheilkunde, Bd. VIII Vogel-Verlag, Leipzig 1930

75. STALMANN
Erfahrungen mit der "Bohr-osteoklasie" (BRANDES) an rachitischen O-Beinen. Zbl.Chir.31 (1933), 1812-1814

76. STOFFEL, A.
Indikation und Technik von Osteotomie, Osteoklase und Redressement. Verh. tsch.orthop.Ges.16 (1922), 315-316

77. SWOBODA, W.
Das Skelett des Kindes. Entwicklung, Bildungsfehler und Erkrankungen. Thieme-Verlag, Stuttgart 1956

78. VEIT, W.
Über die Spontanheilung rachitischer Verkrümmungen. Arch.klin.Chir.50 (1895), 130-143

79. WEBER, B.G.
In wieweit sind isolierte extreme Torsionsvarianten der unteren Extremitäten als Deformitäten aufzufassen und welche klinische Bedeutung kommt ihnen zu? Z.Orthop.94 (1961), 287ff.

Herrn Professor Dr.med. Günter Friedebold danke ich für die Überlassung des Themas und die wertvolle Hilfe bei der Ausarbeitung der gestellten Probleme.

Weiterhin bin ich Frau Oberärztin Dr. Zapfe für ihre Hinweise zu Dank verpflichtet.

Herrn Professor Dr.med. Rudolf Birkner, meinem verehrten Lehrer, danke ich für das Interesse, das er dieser Arbeit entgegenbrachte.

Meinen Eltern, die mir das Studium der Medizin ermöglicht haben, widme ich diese Arbeit zum Zeichen meiner aufrichtigen Dankbarkeit.

L e b e n s l a u f

Am 16. Juni 1943 wurde ich in Dresden als zweites Kind des technischen Kaufmannes Helmut Scharfenberger und seiner Ehefrau Charlotte, geb. Brückner, geboren. Vom Herbst 1949 an besuchte ich dort die Grundschule. Anfang 1954 verlegte die Familie ihren Wohnsitz nach Stuttgart, wo ich im Frühjahr desselben Jahres in die 1.Klasse des Gymnasiums Stuttgart-Zuffenhausen eintrat. Im Februar 1963 bestand ich dort die Reifeprüfung. Danach studierte ich im Sommer-Semester 1963 an der Freien Universität Berlin Theaterwissenschaft mit den Nebenfächern Germanistik und Musikwissenschaft, wechselte im Winter-Semester 1963/64 zur Psychologie über und ließ mich im Sommer-Semester 1964 zusätzlich an der Medizinischen Fakultät inskribieren. Nach bestandenem Vorphysikum im Sommer 1965 entschied ich mich allein für das Medizinstudium, das ich im März 1971 mit dem Staatsexamen abschloß.

Anschließend war ich als Medizinalassistentin im St.Gertrauden-Krankenhaus, im Jüdischen Krankenhaus und im Städtischen Krankenhaus Moabit in Berlin tätig. Vom Zeitpunkt der Approbation im Juni 1972 an arbeite ich als Assistenzärztin im Röntgeninstitut und der Strahlentherapeutischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Moabit.

Seit Juli 1971 bin ich mit dem wissenschaftlichen Assistenten Werner-Uwe Consentius verheiratet.